HD32.3
WBGT-PMV-PPD

HD 32.3
INSTRUMENTO PARA ANALIZAR LOS ÍNDICES: WBGT INDEX - PMV – PPD

El HD32.3 – WBGT - PMV - PPD index es un instrumento producido por **DELTA OHM Srl** para:

- Análisis de los lugares muy calientes a través del índice **WBGT** (Wet Bulb Glob Temperature: temperatura de bulbo húmedo y de globotermómetro) en presencia o ausencia de irradiación solar.
- Análisis de los lugares moderados a través del índice **PMV** (Predicted Mean Vote: voto promedio previsto).
- Análisis del índice **PPD** (Predicted Percentage of Dissatisfied: Porcentaje previsto de insatisfechos).

Regulaciones de referencia:

ISO 7243: Lugares calientes. Evaluación del estrés térmico para el hombre en los lugares de trabajo, según el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globotermómetro).

ISO 8996: Ergonomía del lugar térmico - Determinación del metabolismo energético.

ISO 7726: Ergonomics of the thermal environment (Ergonomía del lugar térmico) - Instruments for measuring physical quantities (Instrumentos para medir las cantidades físicas).

ISO 7730: Lugares tèrmicos moderados. Determinación de los índices PMV y PPD y especifica de las condiciones de bienestar.

El instrumento tiene tres entradas para sondas con módulo SICRAM: las sondas tienen un circuito electrónico que comunica con el instrumento, en su memoria permanente se conservan los datos de calibración del sensor.
Todas las sondas SICRAM pueden ser insertadas en una de las entradas: se reconocen automáticamente cuando se enciende el instrumento.
Las características principales del instrumento son:

- **Logging:** adquisición de los datos y memorización dentro del instrumento. Capacidad de memoria: 64 secciones de logging distintas con la posibilidad de configurar el intervalo de adquisición de las muestras. Se puede configurar la duración de la memorización y, con la función **auto-encendido**, se puede configurar la fecha y la hora de inicio y de fin de memorización de los datos.
- La unedad de medida de las magnitudes de temperatura visualizadas: °C, °F, °K.
- La fecha y la hora del sistema.
- La visualización de los parámetros estatísticos máximo, mínimo, promedia y su calibración.
- La velocidad de transferencia de los datos a través del puerto serial RS232 o USB.

El instrumento **HD32.3** puede detectar contemporaneamente las siguientes magnitudes:

- Temperatura de globotermómetro **Tg** con la sonda **TP3276.2 o (TP3775)**.
- Temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural **Tn** con la sonda **HP3201.2 o (HP3201).**
- Temperatura ambiente **T** con la sonda **TP3207.2 o (TP3207).**
- Humedad relativa **HR** y temperatura ambiente **T** con la sonda **HP3217.2 o (HP3217).**
- Velocidad del aire **Va** con la sonda **AP3203.2 o (AP3203).**

Según las magnitudes detectadas por el instrumento, el HD32.3 puede calcular y visualizar, con las sondas **TP3207R.2 o (TP3207R), HP3276.2 o (TP3775)** e **HP3201.2 o (HP3201)** los índices siguientes:

- Índice **WBGT(in)** (Wet Bulb Glob Temperature: temperatura de bulbo húmedo y de globotermómetro) en presencia o ausencia de irradiación solar.
- Índice **WBGT(out)** (Wet Bulb Glob Temperature: temperatura de bulbo húmedo y de globotermómetro) en presencia de irradiación solar.

Según las magnitudes detectadas por el instrumento, el HD32.3 puede calcular y visualizar, con las sondas **TP3217.2 o (TP3217), HP3276.2 o (HP3275)** e **AP3203.2 o (AP3203) los índices siguientes:**

- temperatura promedia radiante **Tr**.
- Índice **PMV** (Predicted Mean Vote: voto promedio previsto).
- Ìndice **PPD** (Predicted Percentage of Dissatisfied: Porcentaje establecido de insatisfechos).

WBGT

El **WBGT** (Wet Bulb Globe Temperature – temperatura de bulbo húmedo y de globotermómetro) es uno de los índices usado para determinar el estrés térmico que tiene que patecer un ser en un lugar caliente.
Representa el valor, según el dispendio metabolico asociado a un determinado trabajo, además de qué el ser se encuentra en una situación de estrés térmico.
El índice WBGT combina la medida de la temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural $\mathbf{t_{nw}}$ con la temperatura de globotermómetro $\mathbf{t_g}$ y, en unas situaciones, con la temepratura del aire $\mathbf{t_a}$.
La fórmula para el cálculo es la que sigue:

- dentro y fuera de los edificios en ausencia de irradiación solar:

$$WBGT_{lugares\ cerrados} = 0{,}7\ t_{nw} + 0{,}3\ t_g$$

- fuera de los edificios en presencia de irradiación solar:

$$WBGT_{lugares\ externos} = 0{,}7\ t_{nw} + 0{,}2\ t_g + 0{,}1\ t_a$$

donde:

t_{nw} = temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural
t_g = temperatura de globo termómetro;
t_a = temperatura del aire.

Los datos detectados deben ser comparados con los valores límites establecidos por la regulación;
si se sobrepasan, se debe:

- reducir directamente el estrés térmico en el lugar de trabajo examinado;
- analizar detalladamente el estrés térmico.

Para calcular el Ìndice WBGT, es necesario que al instrumento estén conectadas:

- **la sonda de temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural HP3201.2 o (HP3201).**
- **La sonda globotermómetro TP3276.2 o (TP3275).**
- **La sonda de temperatura de bulbo seco si la detección se realiza en presencia de irradiación solar TP3207.2 o (TP3207).**

Para medir el Ìndice WBGT se tienen en cuenta las regulaciones:

- **ISO 7726**
- **ISO 7243**
- **ISO 8996**

PMV - PPD

El confort tèrmico está definito por el ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers INC) como una condición de bienestar psicofísico del ser con respecto al lugar donde vive y trabaja. La evaluación de este estado sujetivo puede ser objectivada y cantificada por el uso de índices integrados que tienen en cuenta los parámetros microclimáticos ambientales (Ta, Tr, Va, HR), el dispendio energético (dispendio metabolico MET) conectado con el trabajo y la tipología de vestidos (aislamiento térmico CLO) comunemente usado. Entre dichos índices que con mayor precisión refleja la influencia de las variables físicas y fisiológicas sobredichas sobre el confort térmico es el **PMV** (Predicted Mean Vote). Sinteticamente, ello llega de la ecuación de balance térmico, cuyo resultado se

compara con una escala de bienestar psicofísico y expresiona el parer promedio (voto promedio previsto) sobre las sensaciones térmicas de una muestra de sujetos que se encuentran en el mismo lugar.
Del PMV llega un segundo índice llamado **PPD** (Predicted Percentage of Dissatisfied) que cantifica en porcentaje los sujetos "insatisfechos" con referencia a determinadas condiciones microclimáticas.
La regulación ISO 7730 conseja usar el PMV en presencia de ambitos de varaición de las variables que acondicionan el balance térmico:

- dispendio energético = 1 ÷ 4 met
- impedancia térmica de los vestidos = 0 ÷ 2 clo
- temperatura del bulbo seco = 10 ÷ 30°C
- temperatura radiante promedia = 10 ÷ 40°C
- velocità del airea = 0 ÷ 1 m/sec
- presión del vapor = 0 ÷ 2,7 kpa

EL PMV, entonces, es un índice muy adapto a la evaluación de lugares de trabajo con un microclima moderado, como abitaciones, escuelas, despachos, laboratorios, hospitales, etc. Ello permite detectar también grados de malestar térmico limitados en residented en dichos lugares.
La regulación ISO 7730 sugiere, para el estado de confort tèrmico, valores de PMV entre + 0,5 y - 0,5, a los qué corresponde un porcentaje de insatisfechos de las condiciones térmicas (PPD) menor que 10% (véase la tabla 1).

HD40.1

AP3203.2

TP3276.2

HP3217.2

RS232
USB

HP32.3

Ejemplo de impresión inmediata de los datos del PMV, obtenido con la impresora HD40.1

```
========================
  ISO 7730  PMV Index
========================
Model HD32.3 WBGT - PMV
Firm.Ver.=01.00
Firm.Date=2008/12/05
SN=12345678
ID=0000000000000000
----------------------
Probe ch.1 description
Type: Hot wire
Data cal.:2008/10/15
Serial N.:08109460
----------------------
Probe ch.2 description
Type: Pt100 Tg 50
Data cal.:2008/10/01
Serial N.:08109452
----------------------
Probe ch.3 description
Type: RH
Data cal.:2008/10/15
Serial N.:08109464
========================
Date=2008/11/21 15:00:00
Va              0.00 m/s
Tg              22.0 °C
Ta              22.0 °C
RH              39.1  %
MET             1.20
CLO             1.00
PMV             0.10
PPD             5.10  %
========================
```

NOTAS

Regulación de referencia

Modelo del instrumento
Versión del firmware del instrumento
Fecha del firmware del instrumento
Número de serie del instrumento
Código de identificación

Descripción de la sonda conectada a la entrada 1

Descripción de la sonda conectada a la entrada 2

Descripción de la sonda conectada a la entrada 3

Fecha y hora
Velocidad del aire
Temperatura de globotermómetro
Temperatura de bulbo seco
Humedad relativa
Actividad metabólica
Resistencia de los vestidos
PMV - voto promedio previsto
PPD - Porcentaje establecido de insatisfechos

Tabla 1: escala de evaluación del lugar térmico

PMV	PPD %	EVALUACIÓN DEL LUGAR TÉRMICO
+3	100	Muy caliente
+2	75,7	Caliente
+1	26,4	Livianamente caliente
+0,85	**20**	**Lugar termicamente aceptable**
-0,5 < PMV < +0,5	**< 10**	**Bienestar térmico**
-0,85	**20**	**Lugar termicamente aceptable**
-1	26,8	Fresco
-2	76,4	Frío
-3	100	Muy frío

Para calcular los índices PMV y PPD, se debe conocer:
- el cargo de trabajo (dispendio energético);
- la impedancia térmica de los vestidos.

Temperatura promedia radiante T_r.
La temperatura promedia radiante es la temperatura de un lugar ficticio termicamente uniforme que intercambiaría con el hombre la misma potencia tèrmica radiante intercambiada en el ambiente real. **Para evaluar la temperatura promedia radiante, se detectan: la temperatura de globotermómetro, la temperatura del aire y la velocidad del aire medidas cerca del globotermómetro.**

CARÁCTERISTICAS TÉCNICAS

Instrumento

Dimensiones (Longitud x Anchura x Altura)	185x90x40 mm
Peso	470 g (completo de baterías)
Materiales	ABS, goma
Visualizador	Retroiluminado, de matriz con puntos. 160x160 puntos, área visible 52x42 mm

Condiciones de trabajo

Temperatura de trabajo	-5 … 50°C
Temperatura de almacenamiento	-25 … 65°C
Humedad de trabajo relativa	0 … 90% HR, sin condensación
Grado de protección	**IP67**

Incertidumbre del instrumento ± 1 digit @ 20°C

Alimentación (cód. SWD10) Adaptador de red 12Vdc/1A

Baterías	4 baterías 1.5V tipo AA
Autonomía	200 horas con baterías alcalinas de 1800mAh
Corriente absorbida cuando el instrumento está apagado	< 45µA
Seguridad de los datos guardados	Ilimitada

Sonda de temperatura TP3207.2 (TP3207)

Sensor tipo:	Pt100 con película
Precisión:	Clase 1/3 DIN
Campo de medida:	-40 ÷ 100 °C
Resolución:	0.1°C
Deriva en temperatura @20°C:	0.003%/°C
Deriva después de 1 año	0.1°C/año
Conexión:	4 hilos más módulo SICRAM
Conector:	8 poles hembra DIN45326
Dimensiones:	Ø=14 mm L= 150 mm
Tiempo de respuesta T_{95}:	15 minutos

Sonda globotermómetro Ø50 mm TP3276.2 (Ø150mm TP3275)

Sensor tipo:	Pt100
Precisión:	Clase 1/3 DIN
Campo de medida:	-10 ÷ 100 °C
Resolución:	0.1°C
Deriva en temperatura @20°C:	0.003%/°C
Deriva después de 1 año	0.1°C/año
Conexión:	4 hilos más módulo SICRAM
Conector:	8 poles hembra DIN45326
Dimensiones del vástago:	Ø=8 mm L= 170 mm
Tiempo de respuesta T_{95}:	15 minutos

Sonda de bulbo húmedo con ventilación natural HP3201.2 (HP3201)

Sensor tipo:	Pt100
Precisión:	Clase A con hilo en Platino
Campo de medida:	4 °C ÷ 80 °C
Resolución:	0.1°C
Deriva en temperatura @20°C:	0.003%/°C
Deriva después de 1 año	0.1°C/año
Conexión:	4 hilos más módulo SICRAM
Conector:	8 poles hembra DIN45326
Dimensiones del vástago:	Ø=14 mm L= 170 mm
Longitud de la unión:	aprox. 10 cm
Capacidad del tanque:	15 cc.
Autonomía del tanque:	96 horas con HR=50%, t = 23°C
Tiempo de respuesta T_{95}:	15 minutos

Sonda combinada temperatura y humedad relativa HP3217.2 (HP3217R)

Sensores tipo:	Pt100 con película fina para temperatura Sensor capacitivo para humedad relativa
Precisión de la temperatura:	1/3 DIN
Precisión de la humedad relativa:	± 2%HR (15 ÷ 90 %HR) @ 20°C ±2.5%HR en el restante campo
Campo de medida:	temperatura: -10 °C ÷ 80 °C humedad relativa: 5% ÷ 98% HR
Conexión:	4 hilos más módulo SICRAM
Conector:	8 poles hembra DIN45326
Dimensiones:	Ø=14 mm L= 150 mm
Tiempo de respuesta T_{95}:	15 minutos
Resolución:	0.1%HR, 0.1% °C

Sonda de alambre caliente omnidireccional AP3203.2 (AP3203

Sensor tipo:	NTC 10kohm
Precisión:	± 0.05 m/s (0÷1 m/s) ± 0.15 m/s (1÷5 m/s)
Campo de medida:	0,05÷5 m/s 0 °C ÷ 80 °C
Conexión:	7 hilos más módulo SICRAM
Conector:	8 poles hembra DIN45326
Dimensiones del vástago:	Ø=8 mm L= 230 mm
Dimensión de la protección:	Ø=80 mm
Resolución:	0.01 m/s
Deriva en temperatura @20°C:	0.06%/°C
Deriva después de 1 año	0.12°C/año

Conexiones

Entrada para sondas con módulo	3 conectores 8 poles macho DIN 45326 SICRAM
Interfaz serial:	
Enchufe:	M12-8 poles.
Tipo:	RS232C (EIA/TIA574) o USB 1.1 - 2.0 no aisladas
Baud rate:	de 1200 a 38400 baud Con USB baud=460800
Bit de datos:	8
Paridad:	Ninguna
Bit de arrastre:	1
Controlo del flujo:	Xon-Xoff
Longitud del cable:	máx. 15 m
Memoria	dividida en 64 bloques.

Capacidad de memoria 67600 memorizaciones para cada una de las 3 entradas

Intervalo de memorización seleccionable entre: 15, 30 segundos, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30 minutos y 1 hora.

Intervalo de memorización	Capacidad de memoria
15 segundos	Aprox. 11 días y 17 horas
30 segundos	Aprox. 23 días y 11 horas
1 minuto	Aprox. 46 días y 22 horas
2 minutos	Aprox. 93 días y 21 horas
5 minutos	Aprox. 234 días y 17 horas
10 minutos	Aprox. 1 año y 104 días
15 minutos	Aprox. 1 año y 339 días
20 minutos	Aprox. 2 años y 208 días
30 minutos	Aprox. 3 años y 313 días
1 hora	Aprox. 7 años y 261 giorni

Códigos de pedido

El **HD32.3** se compone de:

- Instrumento **HD32.3**, 4 baterías alcalinas de 1.5 V, tipo AA, manual de instrucciones, maleta. **Software DeltaLog10 para analizar los índices WBGT, PMV y PPD. Las sondas y los cables tienen que ser pedidos separadamente.**

El **HD32.3A** se compone de:

- Instrumento **HD32.3**, 4 baterías alcalinas de 1.5 V, tipo AA, manual de instrucciones, maleta. **Software DeltaLog10 para analizar los índices WBGT, PMV y PPD. Las sondas y los cables tienen que ser pedidos separadamente.**

Sondas necesarias para medir el **WBGT** son:

- Sonda de temperatura de bulbo seco **TP3207.2 (TP3207)**.
- Sonda globotermómetro **TP3276.2 (TP3275)**.
- Sonda de temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural **HP3201.2 (HD3201)**.

Las sondas necesarias para medir el **PMV** son:

- Sonda combinada temperatura y humedad relativa **HP3217.2 (HD3217R)**.
- Sonda de alambre caliente omnidireccional **AP3203.2 (AP3203)**.
- Sonda globotermómetro **TP3276.2 (TP3275)**.

Sondas para el HD32.3

TP3207.2: Sonda de temperatura sensor Pt100. Vástago de la sonda Ø 14mm, longitud 150 mm. Completa de módulo SICRAM. **Usada para medir el WBGT.**

TP3276.2: Sonda globotermómetro sensor Pt100, globo Ø 50 mm. Vástago Ø 8 mm, longitud 170 mm. Completa de módulo SICRAM. **Usada para medir el WBGT, el PMV y el PPD.**

HP3201.2: Sonda de bulbo húmedo con ventilación natural. Sensor Pt100. Vástago de la sonda Ø 14 mm, longitud 170 mm. Completa de módulo SICRAM, repuesto de la unión y contenedor de agua destilado de 50 cc. **Usada para medir el WBGT.**

HP3217.2: Sonda combinada temperatura y humedad relativa. Sensor de HR capacitivo, sensor de temperatura Pt100. Vástago de la sonda Ø 14 mm, longitud 150 mm. Completa de módulo SICRAM. **Usada para medir el PMV y el PPD.**

AP3203.2: Sonda de alambre caliente omnidireccional. Campo de medida: velocidad del aire 0÷5 m/s, temperatura 0÷100 °C. Vástago de la sonda Ø 8 mm, longitud 230 mm. Completa de módulo SICRAM. **Usada para medir el PMV y el PPD.**

Sondas para el HD32.3 versión A

TP3207: Sonda de temperatura sensor Pt100. Vástago de la sonda Ø 14mm, longitud 140 mm. Longitud del cable: 2 metros. Completa de módulo SICRAM. Usada en las medidas para el cálculo de los índices siguientes: **IREQ,WCI, DLE, RT, PMV, PPD, WBGT, SR**. Usada en el cálculo de la temperatura promedia radiante.

TP3275: Sonda globotermómetro sensor Pt100, globo Ø 150 mm. Vástago Ø 14 mm, longitud 110 mm. Longitud del cable: 2 metros. Completa de módulo SICRAM. Usada en las medidas de: temperatura promedia radiante, **WBGT**.

HP3201: Sonda de bulbo húmedo con ventilación natural. Sensor Pt100. Vástago de la sonda Ø 14 mm, longitud 110 mm. Longitud del cable: 2 metros. Completa de módulo SICRAM, repuesto de la unión y contenedor de agua destilado de 50 cc. Usada en las medidas de: **WBGT**.

HP3217R: Sonda combinada temperatura y humedad relativa. Sensor de HR capacitivo, sensor de temperatura Pt100. Vástago de la sonda Ø 14 mm, longitud 150 mm. Completa de módulo SICRAM. **Usada para medir el PMV y el PPD.**

AP3203: Sonda de alambre caliente omnidireccional. Campo de medida: velocidad del aire 0÷5 m/s, temperatura 0÷100 °C. Vástago de la sonda Ø 8 mm, longitud 230 mm. Completa de módulo SICRAM. **Usada para medir el PMV y el PPD.**

Accesorios:

VTRAP30: Trípode a fijar al instrumento, máx. altura 280 mm.

HD32.2.7: Soporte para las sondas, se fija al trípode estándar para la versión **HD32.3A**.

HD2110/RS: Cable de conexión con conector M12 por el lado del instrumento y con conector de cubeta SubD hembra 9 poles para RS232C por el lado del ordenador.

HD2110/USB: Cable de conexión con conector M12 por el lado del instrumento y con conector USB 2.0 por el lado del ordenador.

SWD10: Alimentador estabilizado según tensión de red 100–240Vac/12Vdc-1A.

AQC: 200 cc. de agua destilado y 3 uniones para sondas HP3201.2

HD40.1: Impresora (usa el cable **HD2110/RS**).

BAT.40: Paquete de 4 baterías como repuestos para las impresoras HD40.1 y HD40.2 con sensor de temperatura integrado.

RCT: Conjunto de 4 rollos de papel térmico de 57 mm de anchura, diámetro 32 mm.

HD32.2.7

TP3275

AP3203

HP3217R

HP32.2.7

HD32.3A